(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0088505
(43) 공개일자 2013년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F01N 3/02 (2006.01) *F01N 11/00* (2006.01)
F01N 3/021 (2006.01) *F01N 3/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0009779
(22) 출원일자 2012년01월31일
심사청구일자 2012년01월31일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)
(72) 발명자
박경석
경기도 용인시 수지구 정평로 61 신정마을성지아파트 506-803호
심범주
경기도 용인시 수지구 죽전로 244 현대1차아파트 102동 1204호
(74) 대리인
김정대

전체 청구항 수 : 총 6 항

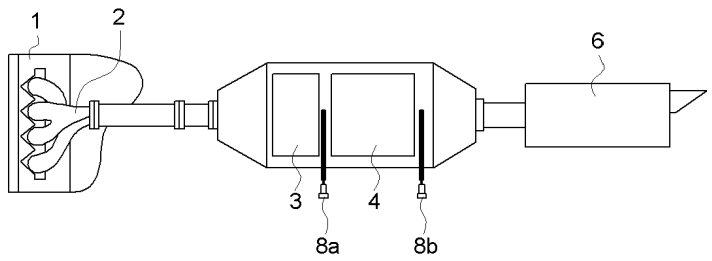
(54) 발명의 명칭 **디젤엔진 매연여과장치의 람다센서를 이용한 실시간 매연 산화율 측정장치 및 매연 산화율 측정방법, 그리고 이 매연 산화율 측정방법에 따른 매연여과장치 재생 제어방법**

(57) 요 약

본 발명은 디젤엔진 매연여과장치(DPF) 재생시 매연의 산화율을 실시간으로 정확히 측정할 수 있도록 함으로써, 매연여과장치의 재생 과정에서의 매연 산화제어가 효과적으로 이루어질 수 있도록 한 것이다.

이를 위해 본 발명은, 매연여과장치 상류측에 설치되는 디젤 산화 촉매(DOC); 상기 매연여과장치 통과 전의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 디젤 산화 촉매와 매연여과장치 사이에 설치되는 제1람다센서; 상기 매연여과장치 후단에 상기 매연여과장치를 통과한 후의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 설치되는 제2람다센서; 및 상기 제1람다센서와 제2람다센서에 의해 측정된 실시간 공기과잉율 데이터를 이용하여 실시간 매연 산화율을 산출하는 제어부;를 포함하는 디젤엔진 매연여과장치의 매연 산화율 측정장치가 제공된다. 그리고, 본 발명은, 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율을 측정하여 실시간 공기과잉율 데이터를 얻는 단계; 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율 데이터를 이용하여 산화되는 매연의 산화율을 실시간으로 산출하는 단계;를 포함하는 디젤엔진 매연여과장치의 매연 산화율 측정방법이 제공된다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20111157
부처명 중소기업청
연구사업명 산학 협력 기술 개발 사업
연구과제명 승용형 디젤 매연 여과 장치의 리싸클링 시스템 개발
주관기관 경희대학교
연구기간 2011.06.01 ~ 2012.05.30

특허청구의 범위

청구항 1

디젤엔진(1)으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치(4)를 구비한 것에 있어서,

상기 매연여과장치(4) 상류측에 설치되는 디젤 산화 촉매(3)(DOC);

상기 매연여과장치(4) 통과 전의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 디젤 산화 촉매(3)와 매연여과장치(4) 사이에 설치되는 제1람다센서(8a);

상기 매연여과장치(4) 후단에 상기 매연여과장치(4)를 통과한 후의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 설치되는 제2람다센서(8b); 및

상기 제1람다센서(8a)와 제2람다센서(8b)에 의해 측정된 실시간 공기과잉율 데이터를 이용하여 실시간 매연 산화율을 산출하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 디젤엔진 매연여과장치의 매연 산화율 측정장치.

청구항 2

디젤엔진으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치의 매연 산화율 측정 방법에 있어서;

(A) 상기 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율을 측정하여 실시간 공기과잉율 데이터를 얻는 단계, 및

(B) 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율 데이터를 이용하여 산화되는 매연의 산화율을 실시간으로 산출하는 단계를 포함하는 디젤엔진 매연여과장치의 매연 산화율 측정방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 단계 (B)는, ϕ_C를 매연의 산화율, λ_1을 매연여과장치(DPF) 전단의 공기과잉율, λ_2를 매연여과장치(DPF) 후단의 공기과잉율, η_C를 매연의 연소효율로 하여,

관계식, $$\varphi_c = f(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot \eta_c$$

에 의해 매연의 산화율을 실시간으로 얻게 되는 것을 특징으로 하는 디젤엔진 매연여과장치의 매연 산화율 측정방법.

청구항 4

디젤엔진으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치의 재생방법에 있어서,

(A) 상기 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율을 측정하여 실시간 공기과잉율 데이터를 얻는 단계;

(B) 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율을 비교하여 매연여과장치에서의 산화진행 혹은 산화종료 여부를 판단하는 단계;

(C) 상기 단계 (B)에 따라 산화진행 중으로 판단된 경우, 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율 데이터를 이용하여 산화되는 매연의 산화율을 실시간으로 산출하는 단계;

(D) 상기 단계 (B)에 따라 얻어진 실시간 매연 산화율과 매연여과장치 전후단의 공기과잉율 차이와의 관계식으로부터 단위 시간당 산화되는 매연의 양을 구하는 단계;

(E) 상기 단계(D)에 의해 얻어지는 단위 시간당 매연의 산화량을 재생 진행 시간에 대해 적분하여 실제 재생시간 동안 산화된 매연의 총량을 구하는 단계;

(F) 상기 단계(E)에 의해 얻어진 산화된 매연의 총량을 재생 시작에 앞서 미리 측정된 포집된 매연의 총량에서 빼서 상기 매연여과장치에 잔존하는 매연의 양을 실시간으로 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 디

젤엔진 매연여과장치 재생 제어방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 단계 (B)는,

(Ⅰ) 매연여과장치 전후단의 공기과잉율차가 없는 것으로 판단되고, 상기 매연여과장치 전단의 온도가 산화진행온도 미만이면, 산화가 진행되지 않는 것으로 판단하여 연료 후분사를 통해 매연여과장치 전단의 온도를 매연산화진행온도 이상으로 상승시키는 단계와,

(Ⅱ) 매연여과장치 전후단의 공기과잉율차가 없는 것으로 판단되고, 상기 매연여과장치 전단의 온도가 산화진행온도 이상이면, 매연의 산화가 완료된 것으로 판단하여 필터 재생을 완료하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디젤엔진 매연여과장치 재생 제어방법.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 단계 (B)는, 매연여과장치 전후단의 공기과잉율차가 없는 것으로 판단되고, 상기 매연여과장치 전단의 온도가 산화진행온도 이상임에도 불구, 매연여과장치 전후단의 압력차이가 초기 상태에 대비하여 높을 경우,

연소시킬 수 없는 비탄소물질의 퇴적으로 판단하고, 증가된 압력 차이에 따른 비탄소물질의 퇴적량을 산출하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디젤엔진 매연여과장치 재생 제어방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 디젤엔진의 매연여과장치와 관련된 것으로서, 더욱 상세하게는 매연여과장치(DPF ; Diesel Particulate Filter) 내에 포집된 매연을 산화시킴에 있어 매연의 산화율을 실시간으로 정확히 측정할 수 있도록 하고 비탄소 입자상 물질에 의한 배압 증가분을 분별할 수 있게 함으로써, 매연여과장치 재생 과정에서의 매연 산화제어가 보다 효율적으로 이루어질 수 있도록 한 기술에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 열차, 선박, 산업용 차량 등에서는 디젤엔진을 사용하는 것이 보편적이며, 최근에 디젤 승용차의 출시가 본격화되면서 디젤엔진의 사용은 점차 증가하고 있는 추세이다.

[0003] 이와 같은 디젤엔진의 사용량 증가 경향은 디젤엔진으로부터 배출되는 배출 가스에 포함된 검댕(Soot), SOF(Soluble Organic Fraction) 등의 입자상 물질(Particulate Matter ; PM)(즉, 매연)의 배출량을 증가시키고 있으며, 이러한 배출물들은 환경오염, 특히 대기오염의 주원인이 되어 점차 그 규제가 강화되고 있다.

[0004] 상기와 같은 환경오염의 문제를 해결하기 위하여 디젤 차량 등에서 발생되는 매연입자가 대기 중으로 방출되는 것을 방지하도록 매연을 포집하고 처리하는 디젤엔진 여과 장치에 대한 다양한 방안이 연구되고 있다.

[0005] 일반적으로, 디젤엔진 매연여과장치(DPF)는 디젤 차량 등의 디젤엔진(1)과 머플러(6; 도 1 참조) 사이에 장착하여 디젤 엔진에서 발생하는 배출 가스 중 매연을 포집 및 연소한 뒤 대기 중으로 방출하는 장치를 말한다.

[0006] 디젤엔진의 배기 시스템을 통과하는 배기가스를 처리하기 위한 공지의 시스템은 탄화수소(HC)를 산화시켜 CO_2와 H_2O로 전환시키고 NO를 NO_2로 변환하는 디젤 산화 촉매(DOC : Diesel Oxidation Catalyst)와, 입자상 물질(PM; Particulate Matter)을 포획하는 디젤엔진 매연여과장치(DPF : Diesel Particulate Filter)를 포함한다.

[0007] 상기 입자상 물질(PM)은 검댕(soot) 또는 탄소와, 가용성 유기 물질(SOF)과, 윤활유 및 첨가제가 연소되면서 발생하는 재(ash)와, 기관을 구성하는 금속 마모분이 윤활유에 석여 연소실을 통하여 배출되는 금속 마모 물질을 포함한다. 상기 디젤엔진 매연여과장치(DPF)는 배기가스 흐름에서 디젤 산화 촉매(DOC)의 하류에 배치된다.

[0008] 디젤엔진 차량에 적용되는 상기 매연여과장치(DPF)는 엔진에서 발생되는 매연을 물리적으로 포집하였다가 일정

량이 쌓이면 엔진의 배기열로 포집된 매연을 산화시키고 다시 매연을 포집하는 싸이클의 역할을 하는 장치로 국내에서는 2006년부터 디젤 승용차량 등에 적용되었다.

[0009] 상기 매연여과장치는 통상 터보차저의 후단이나 배기파이프의 중간 부분에 설치되어 배기가스 중의 입자상 물질을 포집하여 대기중으로 배출되는 것을 막게 된다.

[0010] 한편, 기존에는 매연여과장치(DPF)에 포집되는 매연의 양은 매연여과장치 전후단의 압력차와 배출되는 배기가스 유량과의 관계를 이용하여 산출하게 되며, 포집된 매연을 산화시킬 때에도 매연여과장치 내에 잔존하는 매연의 질량 또한 매연여과장치 전후단의 압력 차이를 이용하여 산출한다.

[0011] 즉, 기존에는 매연여과장치에 연결된 차압센서(도시는 생략함)를 통해 측정된 매연여과장치 전후단의 압력차와 배출가스 유량과의 관계를 이용하여 상기 매연여과장치에 포집된 매연의 양을 산출하는 한편, 포집된 매연을 산화시키는 과정(재생과정)에서도 상기 차압센서를 통해 측정된 매연여과장치 전후단의 압력차를 이용하여 필터 내에 잔존하는 매연을 질량을 산출하였다.

[0012] 그러나, 매연여과장치 전후단의 압력차를 이용하여 포집된 매연에 대한 산화율을 산출하게 되는 기존의 방식은 다음과 같은 문제점을 내포하고 있다.

[0013] 먼저, 차압센서와 연결된 파이프 및 연결튜브 내부에서 배출 가스 중의 응축수의 동결 또는 매연 입자의 퇴적으로 인하여 관로가 막히거나 가스 누출이 발생하는 등의 장애로 인하여 정확한 압력차 측정이 불가능한 경우가 빈번히 발생하게 된다.

[0014] 즉, 기존의 산화율 산출 방식은 매연여과장치 전후단의 압력차를 이용하게 되는데, 차압 측정을 위해 압력센서로 연결되는 파이프 중 매연여과장치 입구측의 파이프 및 연결튜브가 엔진에서 배출되는 배출 가스 내의 수분의 응축으로 인해 막히게 되거나, 동절기에는 상기 응축수 동결로 인해 막히게 되며, 차압 측정을 위해 차압센서로 연결되는 파이프 관내에 매연 입자가 퇴적되는 등으로 인하여 관로가 막히게 되는 경우가 빈번히 발생된다. 그리고, 이와 더불어 차량의 경우 운행시 수반되는 진동이나 부품의 노후화 등으로 인해 가스 누출이 빈번하게 발생하여, 포집된 매연의 산화과정에서 산화율을 정확히 측정하지 못하는 문제점이 있었다.

[0015] 또한 매연여과장치 전후단의 압력차이를 이용하여 포집된 매연을 산출하는 종래의 기술로는 포집된 매연에 의한 차압 증가분과 재생과정을 통하여 제거할 수 없는 재(ash) 또는 금속 마모분과 같은 비탄소 물질의 포집으로 인한 차압 증가분을 분별할 수 없기 때문에 비탄소 물질이 포집되어도 매연이 포집된 것으로 인식하고 재생을 시도하게 되는 단점이 있다.

[0016] 한편, 상기한 문제로 인해 포집된 입자상 물질에 대한 산화과정(즉, 재생과정)에서 잔존하는 매연의 질량 산출이 어렵고 매연의 산화 제어가 어려워 매연여과장치를 원활히 재생시키지 못함에 따라, 현재로서는 대부분의 매연여과장치가 재생 불량으로 폐기되거나 차령의 고령화로 차체와 함께 폐기되어 버림으로써 막대한 자원이 낭비되는 상황이 초래되고 있는 실정이다.

[0017] 즉, 매연여과장치의 재생을 위해 포집된 매연에 대한 산화과정(즉, 필터 재생과정)에서 산화율의 산출이 실시간으로 정확히 이루어지고 비탄소 물질에 대한 차압 증가분이 정확히 산출된다면, 포집된 매연의 산화 제어가 보다 효율적으로 이루어질 수 있다. 매연여과장치의 주 구조는 세라믹 담체에 귀금속을 코팅한 구조로 되어 있기 때문에 포집된 매연의 효율적 산화 제어만 이루어지면 신제품에 준하는 성능을 발휘할 수 있어, 막대한 자원의 효율적 이용 및 환경 보호가 가능해지나 현재는 그렇지 못한 실정이다.

[0018] 한편, 상기 매연여과장치는 통상 터보차저의 후단이나 배기파이프의 중간 부분(차량 바닥 하면(under floor))에 설치되어 배기가스 중의 매연을 포집하여 대기중으로 배출되는 것을 막게 되는데, 매연의 포집량이 일정 정도 이상으로 증가하면 연료의 후분사(post injection)를 통해 배기가스 온도를 상승시켜 연소시킴으로써 매연여과장치의 재생이 이루어지도록 되어 있다.

[0019] 그러나, 상기와 같은 연료 후분사에 의한 매연여과장치의 재생시, 기존에는 매연의 산화율 측정 및 산화 제어가 정확히 이루어질 수 없어 실제 매연의 산화가 종료되었음에도 비탄소 입자상 물질에 의한 차압 증가분으로 인하여 제어부에서는 매연이 잔류하는 것으로 인식하고 매연여과장치의 재생을 위해 불필요하게 연료 후분사가 이루어짐에 따라, 연료 소모율이 저하되는 문제점이 있고, 후분사에 의한 배기가스의 급격한 온도상승은 필터의 내구성을 떨어뜨릴 뿐 아니라 과도한 후분사 연료는 대기중으로 방출되어 공기오염을 유발하게 된다.

[0020] 따라서, 포집된 매연의 산화율을 실시간으로 정확히 산출하고 탄소 퇴적에 의한 차압 증가분과 비탄소 물질 퇴적에 의한 차압 증가분을 분별할 수 있으면, 연료 소모율의 저하를 최소화함과 아울러 매연여과장치의 내구성

저하를 최소화할 수 있도록 필터 재생을 위한 연료 후분사 제어를 보다 효율적으로 할 수 있는 기술 개발이 절실하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0021] (특허문헌 0001) 특허문헌1: 대한민국 공개특허공보 10-2010-0138343호(2010.12.31)

(특허문헌 0002) 특허문헌2: 대한민국 공개특허공보 10-2011-0013217호(2011.02.09)

(특허문헌 0003) 특허문헌3: 대한민국 공개특허공보 10-2007-0024064호((2007.03.02)

(특허문헌 0004) 특허문헌4: 일본 공개특허공보 2011-157924호(2011.8.18)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0022] 본 발명은 상기한 제반 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 디젤엔진의 매연여과장치에 있어서 기존의 차압을 측정하는 방식의 한계를 뛰어넘어, 디젤엔진 매연여과장치의 재생시 포집된 매연에 대한 산화율을 실시간으로 정확하고 탄소와 비탄소 물질의 퇴적량을 측정할 수 있게 함으로써, 디젤엔진 매연여과장치의 재생(Regeneration)과정에서의 산화 제어가 보다 효율적으로 이루어질 수 있도록 하는 매연 산화율 측정장치 및 매연 산화율 측정방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0023] 한편, 본 발명은 람다센서를 이용한 매연 산화율 측정 방법을 이용하여 디젤엔진 매연여과장치의 재생(Regeneration) 과정에서 연료 후분사 제어를 효율적으로 수행함으로써, 연료 소모율의 저하를 최소화함과 아울러 매연여과장치의 내구성을 높일 수 있는 매연여과장치 재생방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0024] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명은, 디젤엔진으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치를 구비한 것에 있어서;

[0025] 상기 매연여과장치 상류측에 설치되는 디젤 산화 촉매(DOC)와,

[0026] 상기 매연여과장치 통과 전의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 디젤 산화 촉매와 매연여과장치 사이에 설치되는 제1람다센서와,

[0027] 상기 매연여과장치 후단에 상기 매연여과장치를 통과한 후의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 설치되는 제2람다센서와,

[0028] 상기 제1람다센서와 제2람다센서에 의해 측정된 실시간 공기과잉율 데이터를 이용하여 실시간 매연 산화율을 산출하는 제어부를 포함하는 디젤엔진 매연여과장치의 매연 포집량 및 산화율 측정장치.

[0029] 한편, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 형태에 따르면, 디젤엔진으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치의 매연 산화율 측정 방법에 있어서;

[0030] (A) 상기 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율을 측정하여 실시간 공기과잉율 데이터를 얻는 단계, 및

[0031] (B) 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율 데이터를 이용하여 산화되는 매연의 산화율을 실시간으로 산출하는 단계를 포함하는 디젤엔진 매연여과장치의 산화율 측정방법이 제공된다.

[0032] 이때, 상기 단계 (B)는, ϕ_C를 매연의 산화율, λ_1을 매연여과장치(DPF) 전단의 공기과잉율, λ_2를 매연여과장치(DPF) 후단의 공기과잉율, η_C를 매연의 연소효율로 하여,

[0033] 관계식, $$\varphi_c = f(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot \eta_c$$

[0034] 에 의해 매연의 산화율을 실시간으로 얻게 되는 것을 특징으로 한다.

[0035] 한편, 본 발명의 디젤엔진 매연여과장치 재생방법에 따르면, 디젤엔진으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치의 재생방법에 있어서,

[0036] (A) 상기 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율을 측정하여 실시간 공기과잉율 데이터를 얻는 단계;

[0037] (B) 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율을 비교하여 매연여과장치에서의 산화진행 혹은 산화종료 여부를 판단하는 단계;

[0038] (C) 상기 단계 (B)에 따라 산화진행 중으로 판단된 경우, 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치 전단 및 후단의 공기과잉율 데이터를 이용하여 산화되는 매연의 산화율을 실시간으로 산출하는 단계;

[0039] (D) 상기 단계 (B)에 따라 얻어진 실시간 매연 산화율과 매연여과장치 전후단의 공기과잉율 차이와의 관계식으로부터 단위 시간당 산화되는 매연의 질량을 구하는 단계;

[0040] (E) 상기 단계(D)에 의해 얻어지는 단위 시간당 매연의 산화량을 재생 진행 시간에 대해 적분(누적 합산)하여 실제 재생시간 동안 산화된 매연의 총량을 구하는 단계;

[0041] (F) 상기 단계(E)에 의해 얻어진 산화된 매연의 총량을 재생 시작에 앞서 미리 측정된 포집된 매연의 총량에서 빼서 상기 매연여과장치에 잔존하는 매연의 양을 실시간으로 산출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 디젤엔진 매연여과장치 재생 제어방법이 제공된다.

[0042] 한편, 상기 디젤엔진 매연여과장치 재생 제어 방법에 있어서, 상기 단계 (B)는,

[0043] (Ⅰ) 매연여과장치 전후단의 공기과잉율차가 없는 것으로 판단되고, 상기 매연여과장치 전단의 온도가 산화진행 온도 미만이면, 산화가 진행되지 않는 것으로 판단하여 연료 후분사를 통해 매연여과장치 전단의 온도를 매연 산화진행온도 이상으로 상승시키는 단계와,

[0044] (Ⅱ) 매연여과장치 전후단의 공기과잉율차가 없는 것으로 판단되고, 상기 매연여과장치 전단의 온도가 산화진행 온도 이상이면, 매연의 산화가 완료된 것으로 판단하여 필터 재생을 완료하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0045] 또한, 본 발명은, 매연여과장치 전단의 가스 온도가 탄소가 연소되는 온도(예: 550℃) 이상인 조건에서 재생이 종료되어 매연 여과 장치 전후단의 공기과잉율의 차이가 없음에도 불구, 매연여과장치 전후단의 압력차이가 초기 상태 대비하여 높으면 이는 연소시킬 수 없는 비탄소 물질의 퇴적으로 판단하고 증가된 압력 차이를 이용하여 비탄소 물질의 퇴적량을 계산하는 단계를 더 포함하는 디젤엔진 매연여과장치 재생 제어방법을 제공함을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0046] 본 발명의 디젤엔진 매연여과장치의 매연 산화율 측정방법에 따른 효과는 다음과 같다.

[0047] 먼저, 본 발명은 디젤엔진 매연여과장치의 재생 진행시, 매연의 산화율 및 산화에 따른 매연의 잔존량 측정이 정확하게 이루어지는 효과와 비탄소 입자상 물질의 퇴적량 측정이 정확하게 이루어지는 효과가 있다.

[0048] 즉, 기존에는 매연여과장치 재생시 전후단의 압력차로 필터 내에 잔존하는 매연의 질량을 파악함에 따라 차압센서와 연결된 파이프 및 튜브가 배출가스 내의 수분 응축 또는 동절기 응축수 동결, 매연입자의 관내 퇴적 등의 원인으로 인해 관로가 막힘으로써, 측정된 매연 잔존량에 오류가 많았으나, 본 발명은 상기한 오류 인자에 영향을 받지 않는 제어 인자인 매연여과장치 전후단 온도를 이용하여 매연의 실시간 산화율 산출과 비탄소 물질의 퇴적량 산출이 가능함으로 인해 정확한 매연 잔존량을 구할 수 있게 된다.

[0049] 또한, 본 발명은 위에서 언급한 바와 같이, 매연의 실시간 산화율 및 잔존량 측정이 정확히 이루어짐에 따라, 매연여과장치의 재생을 위한 제어를 보다 효과적으로 할 수 있게 된다.

[0050] 즉, 기존의 경우에는 차압센서와 연결된 관로의 막힘 등의 문제와 재(ash), 금속 성분 퇴적에 기인하는 매연여과장치 전후단의 차압을 분별할 수 없었기 때문에 매연여과장치 내에 퇴적된 매연의 양을 산출하는데에 있어 오류가 많았고 이로 인해 매연여과장치 재생 과정에서도 연료 후분사 등의 제어를 효율적으로 할 수 없어, 연료 소모율의 저하 및 매연여과장치의 내구성 저하 문제가 심각했으나, 본 발명에 따르면 매연여과장치 전후단의 온도차를 이용하여 기존의 오류 원인에 관계없이 항상 정확히 실시간으로 매연의 산화율 및 잔존량을 산출함으로

써, 매연여과장치 재생에 따른 연료 후분사의 효율적인 제어를 통해 디젤엔진에 있어서의 연료 소모율 저하 및 필터 내구성 저하를 효과적으로 방지할 수 있게 된다.

[0051] 또한, 본 발명은 위에서 언급한 바와 같이, 매연여과장치의 재생을 위한 제어가 효율적으로 이루어짐에 따라, 정비 불량 및 재생 불량으로 폐기되거나 고령의 차체와 함께 폐기되어 버림으로써 막대한 자원이 낭비되는 상황을 효과적으로 방지하고 환경보호에도 기여할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 본 발명에 따른 디젤엔진 매연여과장치의 람다센서 설치 구조를 보인 개략도

도 2는 도 1의 디젤엔진 매연여과장치에서의 매연의 산화과정을 설명하는 개념도

도 3은 본 발명에 따른 디젤엔진 매연여과장치의 재생에 있어서의 매연여과장치 전후단의 공기과잉율과 시간과 매연 산화율과의 관계를 보여주는 그래프

도 4는 본 발명에 따른 매연여과장치 재생 제어방법의 흐름도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예에 대해 첨부도면 도 1 내지 도 4를 참조하여 상세히 설명하면 다음과 같다.

[0054] 도 1을 참조하면, 본 발명은 디젤엔진(1)으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치(4)를 구비한 것에 있어서; 배기가스 흐름 상 상기 매연여과장치(4) 상류측에 설치되는 디젤 산화 촉매(3)(DOC)와, 상기 매연여과장치(4) 통과 전의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 디젤 산화 촉매(3)와 매연여과장치(4) 사이에 설치되는 제1람다센서(8a)와, 상기 매연여과장치(4) 후단에 상기 매연여과장치(4)를 통과한 후의 배기가스 중의 공기과잉율 측정을 위해 설치되는 제2람다센서(8b)와, 상기 제1람다센서(8a)와 제2람다센서(8b)에 의해 측정된 실시간 공기과잉율 데이터를 이용하여 실시간 매연 산화율을 산출하는 제어부를 포함하여 구성된다.

[0055] 이때, 상기 제어부는, 상기 제1람다센서(8a)와 제2람다센서(8b)의 공기과잉율 데이터 및 기타 각종 센서(공기질량 센서, 크랭크 위치 센서, 캠샤프트 위치센서, 액셀레이터 페달센서 등)들로부터 차량의 운전상황에 대한 각종 데이타(rpm, 스로틀 개도, 차속 등)를 전송받아 지속적으로 모니터링하는 ECU(Electronic Control Unit) 일 수 있다.

[0056] 미설명 부호 2는 디젤엔진(1)에 연결되는 배기 다기관(2)이다.

[0057] 이와 같이 구성된 본 발명의 매연여과장치에서의 람다센서를 이용한 산화율 산출 과정은 다음과 같다.

[0058] 먼저, 디젤엔진(1)으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치(4)(DPF)의 전단 및 후단에 각각 설치된 제1람다센서(8a) 및 제2람다센서(8b)를 이용하여 매연여과장치(4)(DPF)의 전단 및 후단의 공기과잉율을 측정하여 실시간 공기과잉율 데이터를 얻는다(단계 (A)).

[0059] 그리고, 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치(4) 전단 및 후단의 공기과잉율 데이터를 이용하여 산화되는 매연의 산화율을 실시간으로 산출한다(단계 (B)).

[0060] 이때, 상기 단계 (B)에서 구해지는 매연의 산화율(ϕ_C)은, λ_1을 매연여과장치(4)(DPF) 전단의 공기과잉율, λ_2를 매연여과장치(4)(DPF) 후단의 공기과잉율, η_C를 매연의 연소효율이라 할 때,

[0061] 관계식, $$\varphi_c = f(\lambda_2 - \lambda_1) \cdot \eta_c$$

[0062] 에 의해 실시간으로 얻게 된다.

[0063] 이때, 상기 매연여과장치(4) 전단 및 후단에서 검출되는 공기과잉율 값은 기존과는 달리 차압센서와 관련된 파이프와 연결튜브의 막힘 등에 따른 오류 인자에 의해 간섭받지 않으므로, 본 발명은 상기 매연여과장치(4) 전후단의 공기과잉율 값을 이용함으로 인해 정확하게 매연의 산화율을 산출할 수 있게 되는 것이다.

[0064] 즉, 본 발명은 매연여과장치(4) 전후단에 람다센서를 설치하고 측정된 공기과잉율을 이용하여 매연의 산화율을 산출하는 것이다. 매연여과장치(4)에 포집된 매연은 재생 과정 중에 배기가스 중의 산소와 반응하여 이산화탄소로 산화되면서 외부로 열을 방출하는 산화 발열 반응을 거치게 된다. 매연(carbon) 1g은 배기 가스 중의 산소

2.67g과 반응하여 7.837kcal의 열을 방출하고, 3.67g의 이산화탄소로 산화되기 때문에 매연 포집 필터 전단과 후단에는 공기과잉율의 변화가 발생하게 된다. 이 공기과잉율의 차이를 이용하면 위의 매연여과장치(4)에서 산화되는 매연의 양을 실시간으로 측정할 수 있다.

[0065] 한편, 이하에서는 상기와 같이 얻어지는 본 발명의 매연의 실시간 산화율을 이용한 디젤엔진 매연여과장치의 재생 제어 과정에 대해 도 4를 참조하여 설명한다.

[0066] 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 디젤엔진(1)으로부터 배출되는 배기가스 중에 포함된 입자상 물질을 포집하는 매연여과장치(4)의 재생 방법으로서,

[0067] (A) 상기 매연여과장치(4) 전단 및 후단의 배기가스 중의 공기과잉율을 제1람다센서(8a) 및 제2람다센서(8b)로 측정하여 실시간 공기과잉율 데이터를 얻는 단계,

[0068] (B) 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치(4) 전단 및 후단의 공기과잉율을 비교하여 매연여과장치(4)에서의 산화진행 혹은 산화종료 여부를 판단하는 단계,

[0069] (C) 상기 단계 (B)에 따라 산화진행 중으로 판단된 경우, 상기 단계 (A)에서 얻어진 매연여과장치(4) 전단 및 후단의 공기과잉율 데이터를 이용하여 산화되는 매연의 산화율을 실시간으로 산출하는 단계,

[0070] (D) 상기 단계 (B)에 따라 얻어진 실시간 매연 산화율과 매연여과장치(4) 전후단의 공기과잉율 차이와의 관계식으로부터 단위 시간당 산화되는 매연의 질량을 구하는 단계,

[0071] (E) 상기 단계(D)에 의해 얻어지는 단위 시간당 매연의 산화량을 재생 진행 시간에 대해 적분(누적 합산)하여 실제 재생시간 동안 산화된 매연의 총량을 구하는 단계, 그리고

[0072] (F) 상기 단계(E)에 의해 얻어진 산화된 매연의 총량을 재생 시작에 앞서 미리 측정된 포집된 매연의 총량에서 빼서 상기 매연여과장치(4)에 잔존하는 매연의 양을 실시간으로 산출하는 단계를 포함하는 디젤엔진 매연여과장치 재생 제어방법이 제공된다.

[0073] 한편, 상기 단계 (B)에 있어서, 매연여과장치(4) 전후단의 공기과잉율차가 없는 것으로 확인되고, 상기 매연여과장치(4) 전단의 측정 온도가 산화진행이 가능한 설정 온도(예; 550℃) 미만이면, 산화가 진행되지 않는 것으로 판단하여, 연료 후분사를 통해 매연여과장치(4) 전단의 온도를 매연 산화진행온도 이상으로 상승시키게 된다.

[0074] 그리고, 상기 단계 (B)에 있어서, 매연여과장치(4) 전후단의 공기과잉율차가 없는 것으로 확인되고, 상기 매연여과장치(4) 전단의 온도가 산화진행이 가능한 설정 온도(예; 550℃) 이상이면, 매연의 산화가 완료된 것으로 판단하여 필터 재생을 완료한다.

[0075] 또한, 재생이 완료되어 매연여과장치 전후단의 공기과잉율 차이가 없음에도 불구 초기 상태와 대비하여 차압이 증가하였다면 이는 비탄소 입자상 물질에 의한 차압 증가로 판단하고 증가된 차압을 이용하여 비탄소 입자성 물질의 퇴적량을 산출한다.

[0076] 한편, 매연여과장치(4) 전후단의 실시간 공기과잉율과 상기 단계(B)에 의해 얻어지는 실시간의 매연 산화율 및, 상기 단계(D)에 의해 얻어지는 잔존 매연의 질량 값과 관련된 데이터는 매연여과장치(4)의 재생 제어를 효율적으로 수행할 수 있도록 학습 저장되는 단계(즉, 단계 (G))를 더 포함하는 것이 바람직하다.

[0077] 예컨대, 학습 저장된 공기과잉율, 매연 산화율, 잔존 매연량 등의 데이터는 매연여과장치(4) 재생 작업이 중지되었다가 새로 이루어질 때 매연여과장치(4)의 재생 제어를 위한 데이터로서 활용될 수 있다.

[0078] 그리고, 상기 단계(F)에서 산출된 매연의 잔존량이 '영(0)'이 되면 매연여과장치(4)의 재생 과정을 완료하는 단계(즉, 단계 (H))를 더 포함할 수 있다.

[0079] 도 3의 그래프를 참조하면, 매연여과장치(4)의 매연 산화를 통한 재생(regeneration) 진행시, 산화 진행율과 매연여과장치(4) 전후단에서 검출된 공기과잉율과의 관계를 살펴보면, 포집된 매연에 대한 산화 착수 초기에는 매연여과장치(4) 전후단에서 검출된 공기과잉율의 차가 크지 않은데 반해, 산화가 진행되면서 점점 공기과잉율차가 커지게 되며, 산화가 본격적으로 진행되는 일정 시점 이후에는 매연여과장치(4) 전후단에서 검출되는 공기과잉율의 차가 최대가 되며, 일정 시점 이후에는 다시 매연여과장치(4) 전후단의 공기과잉율차가 줄어들게 되고, 포집된 매연의 산화가 완료되는 시점에는 다시 매연여과장치(4) 전후단에서 검출된 공기과잉율가 거의 동일하여 공기과잉율차가 해소됨을 알 수 있다.

[0080] 상기와 같이 매연여과장치(4)에 포집된 매연의 산화를 통한 필터 재생(regeneration)시, 매연여과장치(4)의 재생을 위한 최적의 연소 조건으로서, 매연여과장치(4) 전단의 온도는 550℃~650℃ 범위 이내로 조절됨이 바람직하다.

[0081] 상기와 같이 진행되는 본 발명의 매연여과장치 재생 방법이 차량에 적용된 경우를 구체적 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

[0082] 차량에 적용된 매연여과장치(4)의 재생을 위하여 우선 축적된 매연의 양을 차압센서를 이용하여 검출하고, 검출된 매연의 축적량이 제어부인 ECU에 미리 입력된 제한 값(즉, 설정치) 이상인지를 판단하게 된다.

[0083] 그리고, 상기 매연여과장치(4)에 축적된 매연의 양이 입력된 제한 값 이상일 경우, 차량이 무부하(idling) 상태인지 판단하는 단계가 진행되는바, 이때 차량이 무부하 상태가 아닌 주행상태로 판단되면, 매연여과장치(4)의 재생 수행이 필요함을 알리는 경고등 점등과 함께 ECU는 엔진으로 하여금 연료 후분사를 행하도록 명령 신호를 내릴 수 있게 된다.

[0084] 한편, 상기 ECU가 연료 후분사를 행하는 명령 신호를 내리기에 앞서 매연여과장치(4)의 전단 온도를 감지하는 온도센서(미도시)의 감지신호에 따라 ECU는 연료 후분사 명령을 내리게 되는바, 매연여과장치(4) 전단의 온도가 매연의 산화가 가능한 온도인 산화진행온도(예; 550℃)보다 작으면 ECU는 엔진으로 하여금 연료 후분사를 행하도록 명령 신호를 내리게 된다. 만약, 매연여과장치(4) 전단의 온도가 매연의 산화가 가능한 온도인 산화진행온도(예; 550℃) 이상이면 연료 후분사를 행하지 않아도 매연여과장치(4)의 자연 재생이 가능하므로 연료 후분사 명령 신호를 내리지 않는다.

[0085] 그리고, 상기 ECU에 미리 입력되는 매연의 제한값은 디젤 입자상물질 필터의 종류, 재질에 따라 달라질 수 있다.

[0086] 따라서, 만약 매연여과장치(4) 전단의 온도가 매연의 산화가 가능한 산화진행온도(예; 550℃) 보다 작고, 매연여과장치(4)에 포집된 매연의 축적량이 ECU에 미리 입력된 제한 값 이상인 것으로 확인되면 ECU가 엔진으로 하여금 연료 후분사를 행하도록 명령 신호를 내리게 된다.

[0087] 상기 엔진에서 연료 후분사가 일어남에 따라, 배기라인으로 배출되는 배기가스의 온도는 추가 상승(약 200℃ 이상)하여, 매연여과장치(4) 내에 포집된 입자상물질(PM)이 연소되어 매연여과장치(4)의 재생이 시작된다. 이때, 매연여과장치(4) 전후단에서 측정되는 공기과잉율도 차이가 나게 된다.

[0088] 이렇게, 연료 후분사가 반복되면서 매연여과장치(4) 내에 포집된 입자상물질이 연소되는 재생이 진행되다가, 매연의 산화가 더 이상 일어나지 않게 되면, 매연여과장치(4) 전후단의 공기과잉율 차이가 발생하지 않게 되고, 이에 따라 매연여과장치(4)의 재생이 완료된다.

[0089] 상기의 매연여과장치(4) 재생제어 과정에서, 제어부인 ECU(Electronic Control Unit)는 배기계 내의 압력 및 공기과잉율을 지속적으로 모니터링(Monitering)하면서 수신된 각종 데이타, 배기시스템 내의 압력 및 매연여과장치(4) 전후단의 실시간으로 측정된 공기과잉율 데이터에 근거하여 미리 입력된 계산식(관계식)에 따라 연산을 하여, 상기 매연여과장치(4) 내에 축적된 매연의 산화 진행시의 산화율 및 잔존량을 산출하게 된다.

[0090] 따라서, 매연여과장치(4) 전후단의 공기과잉율 차이를 통해 매연여과장치(4)의 재생 완료 여부를 판단할 수도 있지만, 본 발명의 재생 제어 방법에 따르면, 잔존 매연량이 실시간으로 산출되므로 잔존 매연량의 산출 값이 '영(0)'으로 출력되면 매연여과장치(4)의 재생 과정을 완료하는 명령 신호를 내리게 제어할 수도 있다.

[0091] 한편, 본 발명은 상기한 실시 예로 한정되지 아니하며, 본 발명의 기술사상의 범주를 벗어나지 않는 한, 여러 가지 다양한 형태로 변경 및 수정하는 것이 가능함은 물론이다.

[0092] 그러므로, 상기한 실시 예는 제한적인 것이 아니라 예시적인 것으로 여겨져야하고, 이에 따라 본 발명은 상술한 설명에 한정되지 않고 첨부된 청구항의 범주 및 그 동등 범위 내에서 변경될 수 있음은 당업자에게는 당연한 사항이라 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0093] 본 발명은 매연여과장치 전후단의 온도를 이용하여 매연의 산화율을 산출함으로써, 매연여과장치의 재생(Regeneration)을 효과적으로 제어하여 매연여과장치의 재생 불량으로 인한 자원 낭비를 효과적으로 방지하고

환경보호에도 기여할 수 있으므로, 자동차 개발·정비 분야 및 산업용 엔진의 개발·정비 분야에 효과적으로 적용가능하며, 따라서 산업상 이용 가능성이 매우 높은 발명이다.

부호의 설명

[0094] 1: 디젤엔진 2: 배기 다기관

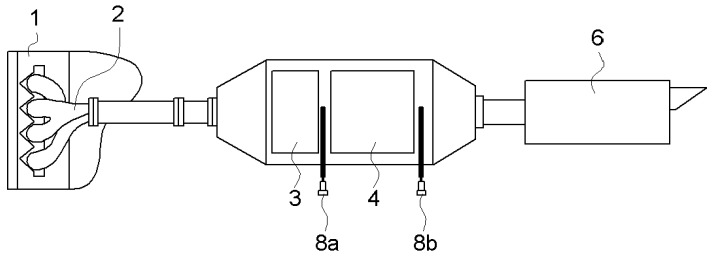
3: 디젤 산화 촉매 4: 매연여과장치

8a: 제1람다센서 8b: 제2람다센서

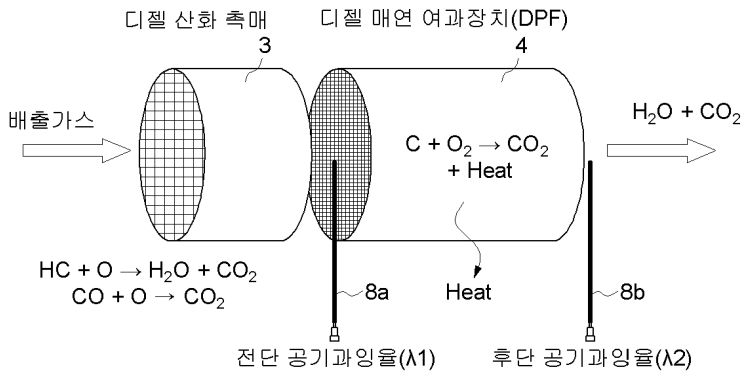
6: 머플러

도면

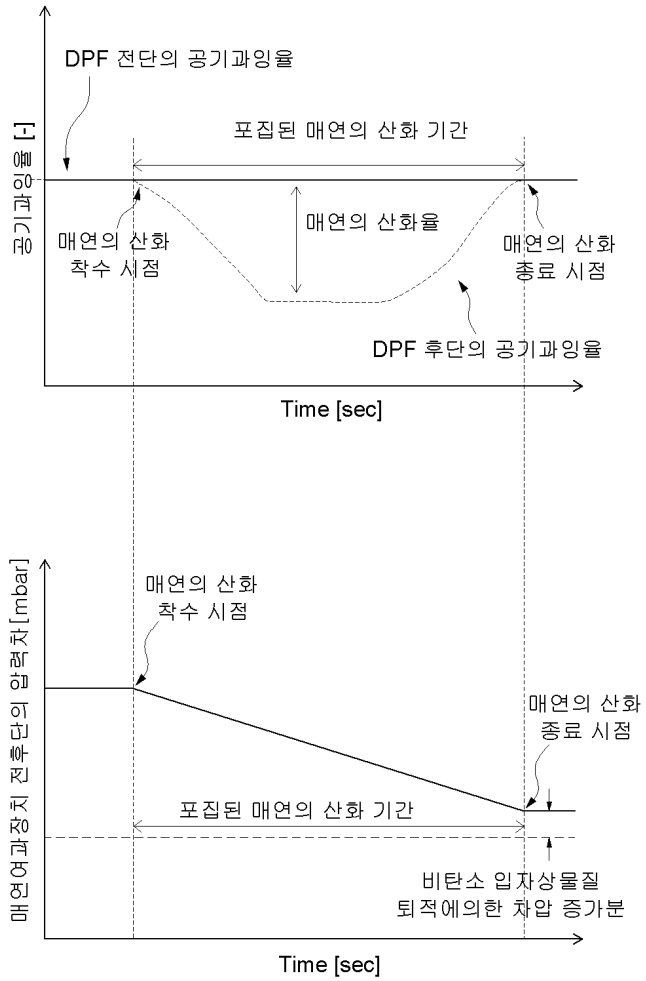
도면1



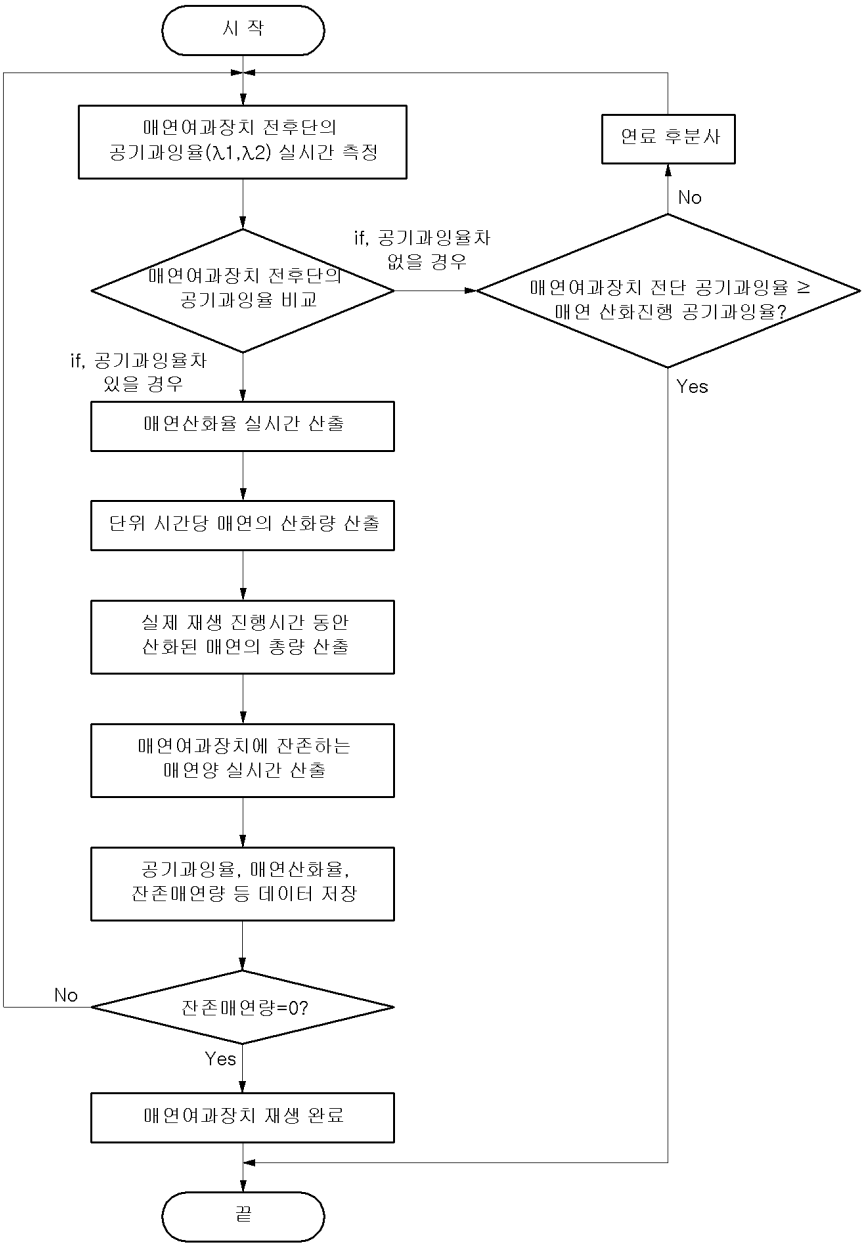
도면2



도면3


DPF 전단의 공기과잉율
포집된 매연의 산화 기간
공기과잉율 [-]
매연의 산화율
매연의 산화
착수 시점
매연의 산화
종료 시점
DPF 후단의 공기과잉율
Time [sec]
매연의 산화
착수 시점
매연여과장치 전후단의 압력차[mbar]
매연의 산화
종료 시점
포집된 매연의 산화 기간
비탄소 입자상물질
퇴적에의한 차압 증가분
Time [sec]

도면4


시 작
매연여과장치 전후단의
공기과잉율(λ1,λ2) 실시간 측정
매연여과장치 전후단의
공기과잉율 비교
if, 공기과잉율차
없을 경우
매연여과장치 전단 공기과잉율 ≥
매연 산화진행 공기과잉율?
No
연료 후분사
Yes
if, 공기과잉율차
있을 경우
매연산화율 실시간 산출
단위 시간당 매연의 산화량 산출
실제 재생 진행시간 동안
산화된 매연의 총량 산출
매연여과장치에 잔존하는
매연양 실시간 산출
공기과잉율, 매연산화율,
잔존매연량 등 데이터 저장
No
잔존매연량=0?
Yes
매연여과장치 재생 완료
끝